



رسائل جغرافية

اساليب استخدام الصور الجوية والفضائية في التقديرات السكانية

الدكتور عيسى موسى الشاعر

محرم - ١٤٠٨هـ
سبتمبر - ١٩٨٧م.

١٠٥

نشرة دورية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

الاشتراكات

في الكويت

للمؤسسات ١٢ دينارا كويتيا (سنويا)

للأفراد ٦ دينارا كويتيا (سنويا)

خارج الكويت

للمؤسسات ١٥ دينارا كويتيا (سنويا)

للأفراد ٧.٥ دينارا كويتيا (سنويا)

الجمعية الجغرافية الكويتية

ص.ب: ١٧٠٥١ الكويت الخالدية الرمز البريدي 72451

رسائل جغرافية
نشرة دورية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

[١٠٥]

أساليب استخدام الصور الجوية والفضائية في التقديرات السكانية

الدكتور عيسى موسى الشاعر
أستاذ مساعد، قسم الجغرافيا
جامعة الملك سعود - الرياض

محرم - ١٤٠٨هـ
أغسطس - ١٩٨٧م.

بسم الله الرحمن الرحيم

أساليب استخدام الصور المرئية والفضائية في التقديرات السكانية

د. عيسى موسى الشاعر

مقدمة

تعد دراسة التجمعات السكانية في المدن والقرى في عصرنا الحالي من الموضوعات الهامة التي تركز عليها الدراسات البشرية المختلفة. وقد حرص الباحثون في هذه الدراسات مؤخرا على الاستفادة مما تقدمه الصور الجوية الملتقطة بالطائرات Aerial Photos من معلومات تسهل مهمة التعرف على أحوال السكان الاقتصادية والثقافية والصحية وغير ذلك. ومن هنا كانت قراءة الصور الجوية وتحليلها وتفسيرها أمورا لا يستغني عنها المهتمون بهذا النوع من الدراسات(1). وكذلك فإن هؤلاء الباحثين يهتمون بما ترسله أجهزة الاستشعار النائي Remot Sensing المثبتة في أقمار صناعية ومركبات فضائية من معلومات يتم نقلها إلى محطات تسلم أرضية وتحليلها بواسطة الحاسب الآلي أو طبع صور منها(2). وهكذا نجد الجغرافيين وغيرهم من العلماء يستفيدون من امكانيات

(1) للمزيد حول قراءة الصور الجوية وتحليلها وتفسيرها أنظر:

اسماعيل فريدة، ١٩٨٢م، الصور الجوية: تفسيرها وتطبيقاتها: الكويت: مكتبة الفلاح، الصفحات ٤١-٦٩.

(2) للمزيد من الاستشعار النائي أنظر:

Lillesand, T. and Kiefer, R., 1979. Remote Sensing and Image Interpretation, New York: John Wiley & Sons.

الصور الجوية والفضائية لا للاسهام في دراسة موارد سطح الأرض من تربة ومياه وغطاء نباتي وثروات باطنية وفي فهم الظواهر الطبيعية ولا سيما المناخية التي تطرأ على كوكب الأرض وحسب، بل ولاستخدام الصور الجوية والفضائية في فهم الظواهر البشرية وعلى وجه الخصوص في التقديرات السكانية.

إن تقدير سكان مدينة أو منطقة ما أمر حيوي تعني به كافة دول العالم في الوقت الحاضر. ولقد جرت العادة في العقود الماضية أن تقوم تلك الدول أو دوائـرها المختصة بعد شامل للسكان لمساعدة رجال التخطيط في توزيع الميزانية والخدمات على المدن والمقاطعات المختلفة. وعلى الرغم من الانتشار الواسع لهذه الطريقة إلا أن العديد من الباحثين أخذ ينتقدها لأسباب مختلفة نتعلق باحتمال النقص أو الزيادة في التقدير، والتكاليف الباهظة التي تجعل بعض الأقطار تحجم عن اجراء عد شامل لسكانها، والفترة الطويلة الضائعة بين اجراء التعداد ونشر النتائج والتي قد تبلغ عدة سنين، بالاضافة إلى بعد بعض المناطق المأهولة، ووجود بعض العوائق الطبيعية والحضارية والسياسية التي قد تحول دون إجراء تعداد شامل.

وبالمقابل فإن العلماء ومنهم الجغرافيون ينصحون باستخدام الصور الجوية والفضائية لحساب عدد السكان ولا سيما في الفترة مابين تعدادين رسميين. ويعزو هؤلاء العلماء ذلك إلى فوائد عديدة منها مستوى الدقة العالي للنتائج، وقلة التكـاليف اللازمة، وقدرة الصور الجوية والفضائية على دراسة المناطق النائية، وإمكانية استخدام العديد من الاخصائيين للصور نفسها(١). وعلى الرغم من أن أساليب استخدام الصور الجوية والفضائية لا تخلو من صعوبات

---

(١) للمزيد حول مآخذ التعداد الشامل للسكان وفوائد استخدام الصور الجوية أنظر:

Shair, I., «A Small City Population Estimate from Air Accepted for Publication in the Journal of the College of Arts, King Saud University, Volume 15,1988.

إلا أن الاتجاه الحديث في الدول المتقدمة أخذ يدعو إلى نبذ طرق العد الشامل التقليدية والتركيز على ضرورة استخدام هذه الأساليب. والواقع أن المكتبة الجغرافية غير العربية تزخر بعشرات الأبحاث المتخصصة التي تشرح كيفية تقدير السكان بالصور الجوية والفضائية. أما المكتبة الجغرافية العربية فإنها تكاد مع الأسف تخلو من تلك الأبحاث وبالتالي فإن بها ثغرة يستدعى الأمر محاولة سدها. وعليه تهدف هذه الدراسة إلى تعريف الجغرافي العربي بوجه عام والمهتم بالدراسات السكانية بوجه خاص بالأساليب المختلفة لاستخدام الصور الجوية والفضائية في التقديرات السكانية بقصد الاستفادة منها في مجالات التنمية والتخطيط.

أساليب تقدير السكان بواسطة الصور الجوية والفضائية:

بالتدقيق في الكتابات العديدة التي عالجت موضوع تقدير السكان بالصور الملتقطة بالطائرات والأقمار الصناعية، وجميعها باللغة الانجليزية، يتبين أن هناك ثلاثة أساليب شائعة هي:

(١) أسلوب عد الوحدات السكنية Dwelling Unit Counting Method ،

(٢) أسلوب المساحة/الكثافة المستند إلى استخدام الأرض

Land Use Area/Density ، Method

(٣) أسلوب مساحة المنطقة العمرانية المشيدة Built-up Urban Area Method . والواقع أن هذه الأساليب الثلاثة على الرغم من أن لها جميعا قابلية التطبيق إلا أنها تختلف في دقة نتائجها ومدى النجاح في تطبيقها. ويمكن القول أن أسلوب عد الوحدات السكنية أكثر فائدة في المدن الصغرى والمناطق الريفية في الدول النامية التي تفتقر إلى المعلومات الدقيقة عن السكان علما أنه تم تطبيقه في دول متقدمة لتقدير سكان مناطق ذات نمو سريع في فترة ما بين

التعدادات. أما أسلوب المساحة/الكثافة فهو أكثر فائدة في الدول المتقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية حيث تتوفر معلومات مفصلة عن استخدامات الأرض المختلفة، في حين يعد الأسلوب الذي يستند إلى مساحة المنطقة العمرانية المشيدة أكثر تطبيقا في المراكز العمرانية الكبيرة سواء في الدول المتقدمة أم النامية(١). وفيما يلي شرح مفصل لهذه الأساليب الثلاثة.

أسلوب عد الوحدات السكنية:

يستند هذا الأسلوب على افتراض أساسي هو أنه إذا ما أمكن تمييز أنماط السكن المختلفة من الصور الجوية فإن الباحث يبدأ بعد الوحدات السكنية في كل نمط بالاستناد إلى الصور الجوية ثم يضرب النتائج بمتوسط عدد الأشخاص الذين يقيمون في كل نمط والمعبر عنه بحجم الأسرة Household Size أو بالكثافة السكنية Residential Density والتي يمكن الحصول عليها اما من بيانات التعداد الرسمي أو بإجراء أعمال ميدانية. وعليه فإن تقدير السكان يمكن حسابه باستخدام العلاقة التالية:

$$P = \sum_{i=1}^{n} (Hi \quad Di)$$

حيث P = السكان (Population) المراد تقديرهم.

Hn....H1 = الوحدات السكنية Housing Units في كل نمط من أنماط السكن ١ . . . . n.

---

(١) Colwell, R. (Editor-in-Chief), 1983. Manual of Remote Sensing, Second Edition, American Society of Photogrammetry, Fall Church, Virginia, p. 1929.

الكثافات Densities الممثلة بحجم الأسرة لكل نمط من أنماط = Dn..... Dl السكن ١ . . . . . n.

هنالك العديد من الباحثين الذين استخدموا أسلوب عد الوحدات السكنية في السنين الثلاثين الأخيرة. وهؤلاء يشملون Green (١٩٥٦م)، Porter (١٩٥٦م)، Hadfield (١٩٦٣م)، Binsell (١٩٦٧م)، Schulze (١٩٦٩م)، Eyre et al. (١٩٧٠م)، Hsu (١٩٧١م)، Lindgren (١٩٧١م)، Allan و Alemayehu (١٩٧٥م) Arnold (١٩٧٩م)، Chan & Lo (١٩٨٠م)، Clayton و Estes (١٩٨٠م)، Smith و Lewis (١٩٨٣م)، Watkins (١٩٨٤م)، Watkins و Morrow-Jones (١٩٨٥م)، و Shair (١٩٨٠م).

يرجع الفضل بشكل عام إلى Green (١٩٥٦م) في الشروع بمنهجية عد الوحدات السكنية عندما درس سبع عشرة منطقة فرعية سكنية تابعة لمدينة برمنغهام بولاية ألاباما الأمريكية، مستخدما صورا جوية سوداء وبيضاء بمقياس ١/٨,٠٠٠ تقريبا. لقد كان بمقدور Green تسجيل عدد من الفئات لأنواع السكن والتي تضمنت ما يلي: منازل الأسرة الواحدة Single-Family منازل الأسرتين Double-Family، منازل الأسر المتعددة Multi-Family (٣-٥) والأسر المتعددة (٦-٨) والأسر المتعددة (٩-١١). ولقد استند Green في تحديده لأنواع السكن على معايير معينة أسماها مفاتيح الصورة Photo Keys والتي شملت نوع السقف والمداخن والساحات والطرقات الموصلة بين الشارع العام والمنازل وغير ذلك. ولقد تمكن Green من تحديد ٩٩,٨٪ من المباني السكنية عامة و ٨٩٪ من الوحدات السكنية التفصيلية من الصور الجوية. ولكنه أقر أن الدراسة كشفت عن أخطاء رئيسية تمثلت في أن المساكن المنفردة والتي تحتوي على وحدة سكنية واحدة قد شهدت زيادة في التقدير مقداره ٨٪ وأن كمية الخطأ ازدادت في

المناطق التي تسود فيها وحدات ذات أسر متعددة[١].

وهنالك باحثون حاولوا تقدير معدل أحجام الأسر لاستخدامها جنبا إلى جنب مع الوحدات السكنية المختلفة من أجل اجراء تقديرات سكانية. ويعد Porter (١٩٥٦م) من أوائل من استخدام هذه المنهجية في دراسته لليبيريا حيث تمكن من عد أكواخ سكنية من الصور الجوية ثم ضرب النتيجة بعدد المقيمين في كل وحدة - معتمدا على زياراته الميدانية - لتحديد المجموع العام للسكان[٢]. ولقد تم فيما بعد موازنة نتائج دراسة Proter بتعداد رسمي من أجل التأكد من نتائجه، ولكن ولسوء الحظ، لم يعرف الخطأ الفعلي.

لقد اتبع أسلوب Green العديد من الباحثين أمثال Hadfield (١٩٦٣م)[٣] و Binsell (١٩٦٧م) وتم الحصول على تقديرات للوحدات السكنية مستندة على المزيد من الخصائص مثل عدد الأدوار، والممرات الجانبية، وممرات الأقدام، ومناطق إيقاف السيارات، وكمية النباتات ونوعياتها. ولقد أظهرت دراسة Binsell لمدينة شيكاجو الأمريكية أن الوحدات السكنية قد شهدت نقصا في التقدير مقداره ١٥,٧٪، في حين شهدت الوحدات السكنية المنفردة زيادة في التقدير مقداره ٤,٣٪ وأن درجة الخطأ في التقدير ازدادت مع زيادة المنشآت السكنية ذات الوحدات المتعددة[٤].

---

(١) Green, N., 1965. «Aerial Photographic Analysis of Residential Neighborhoods: An Evaluation of Data Accuracy, Social Forces, 35, pp. 142-7.

(٢) Perter, P., 1956. Population Distribution and Land Use in Liberia. Ph. D. Thesis, London School of Economics and Political Science, London.

(٣) Hadfield, S., 1963. Evaluation of Land Use and Dwelling Unit Data Derived from Aerial Photography, Urban Research Section, Chicago ARea Transportation Studty, Chicago, Ill.

(٢) Binsell, R., 1967. Dwelling Unit Estimation from Aerial Photography, Research Report, Department of Geography, Northwestern University, Evanston, Illionis.

أكـدت بعض الـدراسـات أن أسلوب الـوحدات السكنية يمكن أن يستخدم بديلا للتعداد السكاني وكوسيلة لاختبار مدى الاعتماد على بيانات التعداد. وفي هذا المجال يرى Schulze (١٩٦٩م) في دراسته لمنطقة في جنوب أفريقيا أن من الحكمة الحصول على صورة جوية في فترة تتزامن مع فترة اجراء عملية التعداد. إذ يمكن زيادة درجة الاعتماد على التعداد بمقارنتها ببيانات مستخرجة من الصور الجوية(١).

وهذا هو تقريبا ما اقترحه Eyre et al (١٩٧٠م) في دراسة تتعلق بطرق التعداد السكاني في جزيرة جمايكا. لقد اكتشف .Eyre et al نوعين من الأخطاء في بيانات التعداد كان الأول منها يتعلق بمناطق مأهولة بالسكان كانت بياناتها مفقودة، أما الثاني فيتعلق بوجود مناطق ذكر بها بيانات سكانية في حين تبين أنه لم يكن يعيش فيها أحد وقت اجراء التعداد. بالاضافة إلى ذلك فقد وجد .Eyre et al أن هنالك بعض العقبات التي تعترض طريقة الوحدة السكنية منها ما يختص بالمساكن الفصلية والمؤقتة والتي صنفت في الغالب على أنها مساكن دائمة، ومنها ما يختص بعد المساكن التي تبنى في ظل الأشجار الضخمة ولا سيما في المناطق المدارية. وعليه، فبالرغم من أن العد الحقيقي للوحدات السكنية لم يأخذ مكانه في دراسة جمايكا إلا أن الباحثين استفادوا من الصور الجوية في تقص ديموجرافي عام لتقييم فوائد أسلوب الوحدة السكنية وعوائقه، ولا سيما في الدول النامية حيث تكون بيانات التعداد ذات نوعية فقيرة(٢).

يتفق الباحثان Allan وAemayehu والباحثان Lo وChan (١٩٨٠م) على أن أسلوب الوحدة السكنية أكثر قابلية للتطبيق في الدول النامية ولا سيما في المناطق

---

(١) Schulze, R., 1969. «A Comparison Between Official Population Data and an Aerial Photograph Population Survey in the Tugela Location, «South African Geographical Journal, V. 51, pp. 123-132.

(٢) Eyre, L., Adolphus, B. and Amiel, B., 1970. «Gensus Analysis and Population Studies,» Photogrammetric Engineering, 36, 5, p. 460-466.

الريفية. لقد طبق Allan وAlemayehu هذا الأسلوب على منطقة زراعية ريفية في الحبشة مستخدمين صورا جوية سوداء وبيضاء ذات مقياس ١/٢٠,٠٠٠. ولقد حصل الباحثان على ثلاث وسبعين صورة تغطي منطقة الدراسة ثم اختارا نقطة رئيسية لكل منها أسمياها مركز رقعة العينة Sample Plot Center. ولقد تم رسم أربع رقع دائرية متحدة المركز كل واحدة مساحتها ضعف مساحة الرقعة التي تسبقها على النقط الثلاث والسبعين الرئيسية. ثم تم عد الوحدات السكنية ضمن كل رقعة وضرب المجموع بمتوسط حجم الأسرة وهو ٥[١].

أما Lo وChan (١٩٨٠م) فقد طبقا أسلوب الوحدة السكنية في منطقة شونج شو - فان لنج الريفية التابعة للأراضي الجديدة في هونج كونج والتي يسكنها مزارعو الخضار، وذلك باستخدام صور جوية ذات مقياس ١/٢٥,٠٠٠.

وفي تلك الدراسة وبالاستناد إلى الصور الجوية تم عد الوحدات السكنية بعد تصنيف أنواع السكن إلى بيوت قروية تقليدية، وأكواخ مؤقتة، وبيوت قروية جديدة ذات سقف مائل، وبيوت قروية جديدة ذات سقف مسطح. وقد كان متوسط أحجام الأسر ٣,١ للنوع الأول و ٣,٣ للنوع الثاني و ٤,٤ للنوعين الثالث والرابع.

ولقد كشفت دراسة Lo وChan عن زيادة في التقدير سببته المباني الشاغرة، كما كشفت عن نقص في التقدير سببته المباني ذات الأدوار المتعددة المختلطة مع وحدات السكن الريفية. وعليه، يرى الباحثان أن التطبيق الناتج لاستخدام الصور الجوية في تقدير سكان المناطق الريفية يعتمد على فهم الخصائص الاقتصادية والاجتماعية للسكان الذين هم قيد الدراسة[٢].

(١) Allan, J., and Alemayehu, T., 1975. «Rural Population Estimates form Air Photographs: An Example from Wolamo, Ethiopia, «ITC Journal, V.l, pp. 85-100.

(٢) Lo, C. and Chan, H., 1980. «Rural Population Estimation from Aerial Photographs, «Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 46,3, pp. 337-45.

لقد أثبتت دراسات عديدة كذلك أن أسلوب الوحدة السكنية يمكن تطبيقه تطبيقاً جيداً في الدول المتقدمة لإعداد تقديرات سكانية بين التعدادات الرسمية لمناطق تشهد نمواً سريعاً بشكل غير عادي. وتعد دراسة Hsu (١٩٧١م) المتعلقة بالتغيرات السكانية في مدينة أتلانتا بولاية جورجيا الأمريكية بين عامي ١٩٥٢م و ١٩٧٨م مثالاً جيداً على ذلك. ويتألف الجزء الأول من دراسة Hsu من محاولة لتقدير سكان جزء من مدينة أتلانتا سنة ١٩٥٢م، ورسم خريطة له بالاستناد إلى عد البيوت من خرائط طبوغرافية ذات مقياس $\frac{١}{٢٤٠٠٠}$ حسب الطريقة التالية:

قُسِّمت منطقة الدراسة إلى وحدات شبكية Gride-Cells يمثل كل منها ١/٤ ميل مربع. ثم قُدِّر سكان كل وحدة بضرب عدد البيوت في كل وحدة بمتوسط عدد الأشخاص لكل أسرة والذي تم الحصول عليه من بيانات التعداد الرسمية.

أما الكثافة السكانية والمعبر عنها بعدد الأشخاص للميل المربع في كل وحدة فقد حسب بضرب حجم السكان في أربعة. أما الجزء الثاني من الدراسة فيشمل تقدير سكان منطقة الدراسة لعام ١٩٦٨م وعمل خريطة سكانية لها بالاستناد إلى عد البيوت من صور جوية ذات مقياس ١/٥٠٠٠ وبمنهجية مشابهة لمنهجية عام ١٩٥٢م. ويتألف الجزء الأخير من دراسة Hsu من تحليل التغير السكاني في منطقة الدراسة بموازنة خرائط الكثافة السكانية لعامي ١٩٥٢ و ١٩٦٨ وعمل خريطة مستقلة توضح ذلك التغير. لقد كانت دراسة Hsu مستندة إلى خرائط طبوغرافية لمصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية وإلى صور جوية وبيانات تعداد رسمية. ولقد كانت نتائج هذه الدراسة مشجعة إذ كان الخط العشوائي لعد البيوت فيها أقل من ٥٪ مما جعل Hsu يجد في هذا النوع من المعلومات فائدة كبيرة في التخطيط الاقليمي والحضري[1].

(1) Hsu. S., 1971. «Population Estimation, «Photogrammetric Engineering, 37, pp. 449-54.

X_4 = عداد المنشآت السكنية المحتوية على ٦-١٤ من الوحدات السكنية.

X_5 = عداد المنشآت السكنية المحتوية على ٢-٥ من الوحدات السكنية.

X_6 = المسافة إلى منطقة العمل المركزية.

على اعتبار أن $X_2....X_6$ تمثل المتغيرات المستقلة.

لقد كان غريبا أن الانحدار لأجزاء المدينة المركزية قد فسر التباين في المتغير التابع أكثر مما فسره الانحدار لأجزاء الضواحي إذ كان من المتوقع أن يكون النجاح في التنبؤ بعدد السكان لأجزاء الضواحي أكبر. وبمقارنة نتائج المعادلتين يتضح أن سكان أجزاء المدينة المركزية حساسون جدا للتغيرات في المسافة بعكس سكان الضواحي. كما أن تحليل أجزاء الضواحي يكشف عن ترتيب مختلف لأهمية المتغيرات المستقلة. وأخيرا، فقد كشفت هذه الدراسة عن نقص في تقدير الوحدات السكنية مقداره ١٥٪ ولا سيما في المناطق ذات استخدامات الأرض المختلفة أو حيث كانت المباني محجوبة بغطاء نباتي كثيف. ولذلك يجب أن ينظر إلى منهجية Horton, Dueker بشيء من الحذر قبل تعميم استخدامها على مناطق أخرى(١).

لقد استخدم معظم الباحثين الذين تبنوا أسلوب الوحدة السكنية صورا سوداء وبيضاء. إن هذا النوع من الصور على الرغم من قلة كلفته إلا أنه

---

(١) Dueker, K. and Horter, F., 1971. «toward Geographic Urban Change Detection Systems with Remote Sensing Inputs, Technical Papers, 37th Annual Meeting, American Society of Photogrammetry, pp. 204-218.

وكذلك:

Horton, F., «Remote Sensing Techniques and Urban Data Aguisition: Selected Examples, «in Estes, J. and Senger, L, eds., 1974. Remote Sensing: Techniques for Environmental Analysis, Santa Barbara, Calif: Hamilton Publishing Co. pp. 243-275.

لقد طبق Horton, Dueker (١٩٧١م) جزءا من منهجية Hsu في دراستها للمنطقة الميتروبوليتانية لمدينة واشنطن الأمريكية. ولكن دراستها كانت أكثر شمولا في أخذها بالاعتبار أنماطاً سكنية مختلفة وفي استخدامها صورا فضائية تابعة لوكالة ناسا NASA أخذت من ارتفاع عال بمقياس تقريبي مقداره ١/٠٠٠,٥٠. وكذلك فان Horton, Dueker أوضحا كيف أن سكان منطقة ما يمكن معرفته باكتشاف بعض المتغيرات بالسكان عن طريق استخدام طريقة الانحدار الخطي خطوة خطوة Step-Wise Linear Regression.

تتألف منهجية Horton, Dueker من وضع أغطية شفافة من البولياستر القوي على الصور الجوية ثم تعيين حدود واحد وخمسين جزءاً مختاراً من أجزاء المدينة City Tracts وحساب مساحتها باستخدام ممساح يقيس المساحات بالنقط Dot Planimeter. وضمن حدود كل جزء تم تعيين الأراضي المخصصة للاستعمال السكني وحساب مساحتها. ولقد تم تقسيم أجزاء المدينة المدروسة إلى مجموعتين هما: أجزاء المدينة المركزية وأجزاء الضواحي، وحلل سكان كل مجموعة بمعادلة مستقلة كانت صيغتها ومعامل تحديدها كما يلي:ـ

$Y = a + b2\,x\,2 + b4\,x\,4 + b5\,x\,5 + b6\,x\,6 + b3\,x\,3$ (الأجزاء المدينة)

ومعامل تحديدها (R^2) = ٠,٦٥

$Y = a + b3\,x\,3 + b4\,x\,4 + b2\,x\,2 + b5\,x\,5 + b6\,x\,6$ (الأجزاء الضواحي)

ومعامل تحديدها (R^2) = ٥٤ ٠

حيث أن: Y = تعداد سكان عام ١٩٧٠م (المتغير المعتمد).

X_2 = عداد المنشآت السكنية ذات الأسرة الواحدة.

X_3 = عداد المنشآت السكنية المحتوية على ١٥ أو أكثر من الوحدات السكنية.

يصعب استخدامه في ظروف بيئية معينة كانتشار الضباب والغبار، أو في المناطق التي تتميز بكثافة النبات الطبيعي . لقد كان التمييز بين المباني السكنية والعالم النبـاتي من أصعب المشكـلات التي واجهت Arnold (١٩٧٩م) أثناء عدها للوحدات السكنية في بلدة جويرا في البرازيل(١) . وفي مثل هذه الأحوال فان استخدام صور ملونة وبالأشعة تحت الحمراء يمكن أن يكون أكثر فائدة لقدرة هذا النوع من التصوير على النفاذ من الضباب واظهار التضاد بين النبات الطبيعي والمباني السكنية بشكل واضح مما يحسن من الدقة في عد المنازل. وكمثال على ذلك يمكن أن نورد دراسة Lindgren (١٩٧١م) لمدينة بوسطن شمال شرقي الـولايات المتحـدة فبـاستخـدامـه شرائح شفافة Transparencies ملونة وبالأشعة تحت الحمراء وذات مقياس ١/٢٠,٠٠٠ توصل Lindgren إلى تقدير دقيق للوحدات السكنية كان ذا أهمية احصائية بمستوى ثقة مقداره ٩٩٪(٢) .
وقد حذا Estes, Clayton (١٩٨٠م) حذو Lindgren باستخدامهما هذا النوع من الصور الجوية واستعانا به في اكتشاف أخطاء موجودة في بيانات التعداد الرسمي وخرائط استخدام الأرض التي أعدتها دوائر التخطيط.

لقد كانت منطقة دراسة Estes, Clayton هي وادي جوليتا بالقرب من سانتا باربارا في ولاية كاليفـورنيا الأمريكية والذي توفرت له صور ملونة وبالأشعة تحت الحمراء أخذت عام ١٩٧١م من ارتفاعات عالية بمقياس ١/٦٣,٣٦٠(٣).

---

(١) Arnold, E., 1979. Estimating Population in a Brazilian Frontier Town: A Case Study in the Application of Remote Sensing Imagery, M.A. Thesis, The University of Texas at Austin, Department of Geography.

(٢) Lindgren, D., 1971. «Dwelling Unite Estimation with Color - IR Photos, «Photogrammetric Engineering, 37, pp. 373-77.

(٣) Clayton, C. and Estes, J., 1980. «Image Analysis as a Check on Census Enumeration Accuracy, «Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 46,pp. 757-64.

والحقيقة أن هذه الأفلام الملونة تكون أنفع في المناطق الحضرية بما تقدمه من تفاصيل أوضح مما تقدمه الأنواع الأخرى من الأفلام.

أوضحت أبحاث ظهرت في بضع السنوات الأخيرة أن منهجية تقدير السكان المستندة إلى ضرب عدد الوحدات السكنية بمتوسط حجم الأسرة يمكن تحسينها باضافة عامل آخر إلى عدد المساكن وهو معدل الشغور[1]. إن ذلك هو ما فعله Morrow-Jones , Watkins (١٩٨٥م) في نمطين سكنيين هما: المباني ذات الأسرة الواحدة، والمباني ذات الأسر المتعددة، وذلك أثناء دراستها لثلاثة من أحياء مدينة بولدر بولاية كولورادو الأمريكية باستخدام المعادلة التالية:

$$P_r = [HC_s - (HC_s X VR_s)] HS_s + [HC_m - (HC_m X VR_m] HS_m$$

حيث أن:

P_r = عدد سكان Population المركز الحضري المراد توقعه.

HC_s = البيوت المعدودة Housing Counts من الصور الجوية وذات الأسرة الواحدة Single.

HC_m = البيوت المعدودة من الصور الجوية وذات الأسر المتعددة Multiple.

VR_s = معدل الشغور Vacancy Rate من البيوت ذات الأسرة الواحدة.

VR_m = معدل الشغور من البيوت ذات الأسر المتعددة.

HS_s = حجم الأسرة Household Size للبيوت ذات الأسرة الواحدة.

HS_m = حجم الأسرة للبيوت ذات الأسر المتعددة.

---

(١) Smith, S., and Lewis, B., 1980. «Some New Techniques for Applying the Housing Unit Method of Local Population Estimation, «Demography, V. 17,3, pp. 323-339.
انظر كذلك:
Smith, S. and Lewis, B., 1983. «Some New Techniques for Applying the Housing Unit Method of Local Population Estimation: Further Evidence, «Demography, Vol. 20, 4, pp. 407-413.

لقـد تم عد البيوت من صور جوية لعـام ١٩٧٠م ذات مقياس ١/٢٠,٠٠٠، ولعام ١٩٨٠م ذات مقياس ١/٦,٠٠٠. أما معدلات الشغور وحجم الأسرة لعام ١٩٧٠م فقد تم حسابها من بيانات التعداد الرسمي للمدينة لعام ١٩٧٠م، في حين أن ما يخص عام ١٩٨٠م تم الحصول عليه بواسطة مسح ميداني أجري عام ١٩٧٨م وافترض ثبات نتائجه بين عامي ١٩٧٨ و١٩٨٠م. لقد أوضح Morrow - Jones , Watkins أن المقصود من معدل الشغور هو النسبة المئوية لجميع الوحدات السكنية الشاغرة من نمط ما، أما حجم الأسرة فيمثل عدد الأشخاص في كل أسرة من نمط ما. ولقد أوضحت هذه الدراسة أن هنالك خطأ نسبياً مقداره ـ ١,٩٨٪ لعام ١٩٧٠ و +٨,٥٤٪ لعام ١٩٨٠م. والمقصود بالخطأ النسبي هنا نسبة الفرق بين السكان المقدرين بالعد من الصور الجوية والسكان الواردين في التعداد إلى سكان التعداد.

ويؤكد Morrow-Jones , Watkins أن هنالك علاقة وطيدة بين الدقة في تحديد معدلات الشغور وأحجام الأسر والدقة في النتائج التي يمكن الحصول عليها عند تقدير سكان مركز ما بالاستناد إلى الصور الجوية. هذا، بالاضافة إلى نوعية الصور الجوية التي يشترط أن تكون جيدة بحيث تسمح بعدٍّ دقيق للوحدات السكنية ولا سيما تلك الخاصة بنمط الأسرة المتعددة. كما يرى Morrow-Jones , Watkins أن الصور الجوية التي يتراوح مقياسها بين ١/٢٠,٠٠٠ و ١/٤٠,٠٠٠ هي الأكثر ملاءمة للمناطق التي يغلب عليها نمط البيوت ذات الأسرة الواحدة، في حين أن الصور الجوية ذات المقياس الذي يتراوح بين ١/٦,٠٠٠ و ١/١٠,٠٠٠ قد تكون ضرورية للأحياء التي يغلب عليها نمط الأسر المتعـددة(١).

---

(١) Watkins, J. and Morrow-Jones, H., 1985. «Small Area Population Estimates Using Areial Photography,» Photogrammetric Engineering and Eemote Sensing, Vol. 51,2, pp. 1933-1935.

وكذلك: Watkins, J., 1984. «The Effect of Residential Structure: Variation on Dwelling Unit Enumeration from Aerial Photorgaphs, «Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, V. 50 ll, pp. 1599-1607.

لقد أدرك كاتب هذه السطور بعد تمحيصه للدراسات التي هدفت إلى عمل تقديرات سكانية مستندة إلى الصور الجوية أن قليلا منها كان يدرس مدنا صغيرة ذات سكان لا يتجاوزون أربعين ألف نسمة. وعليه، فقد اختار مدينة سيجين Seguin التي تبعد نحو ٨٠ كيلومترا عن مدينة أوستن بولاية تكساس الأمريكية حقلا لدراسته، وذلك أثناء قضائه إجازة تفرغ علمي في جامعة تكساس/ أوستن في العام الجامعي ١٩٨٥-١٩٨٦م[1]. لقد استخدم الباحث طريقة الوحدة السكنية وعد المنازل بالاستناد إلى عدة صور جوية كان أهمها صورة مجمعة Mosaic تتألف من عدد من الصور التي أخذت عام ١٩٨٠م لتغطية منطقة الدراسة. ولقد حصل الباحث على تلك الصور من دائرة الطرق والمواصلات العامة لولاية تكساس Texas Department of Higway and Public Transportation. أما مقياس الصورة المجمعة فكان ١/ ٢٤,٠٠٠. وكان السبب الرئيسي لاختيار تلك الصورة هو امكانية مقارنة نتائج الدراسة التي تستند اليها بتعداد مدينة سيجين الرسمي لعام ١٩٨٠م، حيث جرت العادة في الولايات المتحدة الأمريكية على اجراء تعداد سكاني شامل كل عشر سنوات كان آخرها عام ١٩٨٠م. ولقد خدمت هذه الصورة الجوية كأساس تم منه صنع العديد من الخرائط لمدينة سيجين.

لتقدير سكان منطقة ما يحتاج المرء قبل كل شيء إلى التفريق بين استخدامات الأرض السكنية وغير السكنية. ولاكتشاف استخدامات الأرض المختلفة في هذه المدينة تم تبني نظام تصنيف .Anderson et al (١٩٧٦م) بمستوياته الثلاثة التي تظهر فيها الأنماط السكنية التفصيلية المتعددة كما يلي:-

---

(١) Shair, I., 1988. op.cit.

جـدول (١)

مستويات الأراضي العمرانية التي تبدو فيها الأنماط السكنية التفصيلية

مستوى ١	مستوى ٢	مستوى ٣
١ الأراضي العمرانية	١١ السكنية ←	١١١ وحدات الأسر المنفردة
	١٢ التجارية والخدمات	١١٢ وحدات الأسر المتعددة
	١٣ الصناعية	١١٣ المجمعات السكنية
	١٤ النقل والمواصلات والمنافع	١١٤ الفنادق ذات الشقق السكنية
	١٥ الصناعية والتجارية المختلطة	١١٥ البيوت المتنقلة
	١٦ الأراضي العمرانية المختلطة	١١٦ الفنادق و «الموتيلات»
	١٧ أخرى	١١٧ أخرى

يتضح من الجدول السابق أن مستوى ٣ يعطي أكثر النتائج دقة أثناء تقدير سكان مدينة ما. ولقد طبقت مستويات .Anderson et al على مدينة سيجين وتم التعرف على خمسة أنماط سكنية هي: (١) وحدات الأسر المنفردة، (٢) وحدات الأسر المتعددة، (٣) المجمعات السكنية، (٤) البيوت المتنقلة، (٥) بيوت العجزة وسكن الطلاب. وقد أمكن تحديد هذه الأنماط الخمسة باستثناء وحدات الأسر المتعددة من صور سيجين الجوية ولا سيما الصورة المجمعة. كما قام الباحث بالعديد من الزيارات الميدانية لتحديد موقع الوحدات ذات الأسر المتعددة من جهة وللتأكد من مواقع الأنماط الأربعة الأخرى من جهة ثانية. هذا وقد تم الحصول على مجموع السكان في المجمعات السكنية والبيوت المتنقلة وبيوت العجزة وسكن الطلاب بواسطة زيارات الباحث الميدانية. أما وحدات الأسر المتعددة فلا نجد منها في مدينة سيجين إلا نوعين هما بيوت

الأسرتين Duplexes وبيوت الأربع أسر Fourplexes. ولقد تم الحصول على أعداد هذه البيوت وعناوينها من مكتب البريد الرئيسي في المدينة. بعد ذلك قام الباحث بزيارة ميدانية خاصة لتثبيت مواقع هذه البيوت على خريطة سيجين التي أعدها والتي كانت مستندة إلى الصورة الجوية المجمعة. وأخيراً فقد تم حساب المجموع الكلي للوحدات السكنية ذات الأسر المنفردة من الصورة الجوية المجمعة، وذلك بالاستناد إلى شكل المنزل وحجمه والطرقات الموصلة بينه وبين الشارع العام ومناطق ايقاف السيارات. عندئذ كان لدى الباحث خلاصة لاعداد جميع الأنماط السكنية في مدينة سيجين. بعد ذلك، ومن أجل حساب المجموع الكلي لسكان المدينة تم استخدام معادلة Morrow - Jones , Watkins بعد تطويرها بحيث أصبحت كما يلي:

$$
\begin{aligned}
P - HC_1 - (HC_1 \times VR_1)\ HS_1 &+ \\
HC_2 - (HC_2 \times VR_2)\ HS_2 &+ \\
HC_3 - (HC_3 \times VR_3)\ HS_3 &+ \\
HC_4 \quad (HC_4 \times VR_4)\ HS_4 &+ \quad ND
\end{aligned}
$$

حيث:

P = عدد السكان المراد تقديرهم.

$HC_4 , HC_3 , HC_2 , HC_1$ = عدد الوحدات السكنية لكل من الأسر المنفردة والأسر المتعــددة والمجمعـات السكنية والبيوت المتنقلة على الترتيب، والتي تم تحديدها من الصورة الجوية المجمّعة.

$VR_4 , VR_3 , VR_2 , VR_1$ = معدل الشغور لكل من الأسر المنفردة والأسر المتعددة والمجمعات السكنية والبيوت المتنقلة على الترتيب.

ولقد تم الحصول على جزء منها من التعداد الرسمي للمدينة وعلى الجزء الآخر بواسطة الزيارات الميدانية.

HS_1, HS_2, HS_3, HS_4 = أحجام الأسر لكل من الأنماط السكنية السالفة الذكر والتي تم الحصول عليها من التعداد الرسمي للمدينة[1].

= مجموع السكان الذين يعيشون في بيوت العجزة Nursing Homes وسكن الطلاب Dormitories والذين تم التعرف عليهم بزيارة ميدانية خاصة.

لقد أوضحت الدراسة أن عدد سكان مدينة سيجين يبلغ **١٦,٩٤٥** نسمة يتوزعون كما يلي:-

---

(١) يتفق الباحث مع Lo و Chan بأن الاعتماد على التعداد الرسمي المتعلق بأحجام الأسر في منطقة ما هو أكثر دقة مما لو تم الاعتماد على زيارات ميدانية يقوم بها الباحث.

جـــدول ٢

الأنماط السكنية في مدينة سيجين بتكساس (١٩٨٠م)

النمط السكني	مجموع الوحدات في كل نمط	معدل الشغور	أحجام الأسر	المجموع
وحدات الأسر المنفردة	٤٨٥٤	١,٨	٢,٩٢	١٣٩١٩
وحدات الأسر المتعددة	١٠٠	١,٨	٢,٩٢	٢٨٧
المجمعات السكنية	٤٠١	٤,٥	٢,٩٢	١١١٨
البيوت المتنقلة	٧١	٤,٠	٢,٩٢	١٩٩
بيوت العجزة وسكن الطلاب	-	-	-	١١٠٦
مجموع السكان المقدرين				١٦٩٤٥
مجموع السكان حسب التعداد الرسمي				١٧٨٤٥
مقدار النقص في التقدير				٥,٠٩٪

أما مقدار النقص في التقدير فيمكن تفسيره بما يلي:

١ـ المقياس الصغير نسبيا للصورة الجوية المجمعة والذي لم يسمح بعدٍّ كامل للوحدات السكنية.

٢ـ حجم الأسر المنخفض الوارد في التعداد الرسمي والذي تبناه الباحث. لقد كان الباحث يعلم أن نحو ٥٠٪ من سكان سيجين ذوو أصل أسباني قدموا من المكسيك، ويفترض أن يكون لهم أحجام أسر أكبر مما ورد في

التعداد الرسمي ولكن لم يسمح الوقت للباحث باجراء مسح ميداني للتأكد من ذلك.

٣ـ الحقيقة التي مفادها أن بعض سكان سيجين قد يكونون مقيمين في الأدوار العليا من المباني التجارية والتي لم يتم اعتبارها في الدراسة.

لقد أكدت دراسة Shair ما ذكر سابقا من أن دقة تقدير السكان من الصور الجوية تعتمد اعتمادا كبيرا على الدقة في قيم حجم الأسر ومعدلات الشغور.

كما أكدت أن مزيدا من التقسيمات في الأنماط السكنية وعلى مستوى «٤» لو أمكن من شأنه أن يزيد من دقة نتائج التقدير السكاني وتخفيض معدل الخطأ بشكل ملحوظ علما أن معدل الخطأ الذي نجم عن هذه الدراسة يعد مقبولا في الأبحاث السكانية المشابهة.

أسلوب المساحة/ الكثافة المستند إلى استخدام الأرض:

يعتمد هذا الأسلوب في تقدير السكان على ثلاث خطوات هي: (١) تحديد أنماط الأرض السكنية في منطقة الدراسة، (٢) قياس الامتداد المساحي للأراضي السكنية، (٣) تحديد الكثافات البشرية التي تخص كل نمط من أنماط استخدام الأراضي السكنية وذلك اما بالاستعانة ببيانات رسمية من التعداد أو باجراء مسوحات ميدانية. بعد ذلك يتم تقدير حجم السكان باستخدام احدى صيغ العلاقة التالية:

$$P = \sum_{i=1}^{n} (A_i D_i)$$

حيث أن:

P = السكان Population المراد تقديرهم.

A1 ..... An = المساحات Areas المخصصة لأنماط استخدام الأرض السكنية ١ . . . . n.

D1 ..... Dn = الكثافات Densities السكانية لكل من أنماط استخدام الأرض السكنية ١ . . . . . n.

وكأمثلة عن دراسات استخدمت هذا الأسلوب يمكن أن نورد دراسة كل من El-Beik, Collins (١٩٧١م). Kraus et al. (١٩٧١م)، Thompson (١٩٧٥م) و Olorunfemi (١٩٨٢م).

يعد El-Beik , Collins (١٩٧١م) من أوائل من طبقوا هذا الأسلوب أثناء محاولتهم معرفة معلومات سكانية لما بين التعدادات لمدينة تخضع لنمو سريع هي مدينة ليدز بانجلترا. ولقد استخدم الباحثان صورا جوية سوداء وبيضاء ذات مقياس تقريبي ١/ ١٠,٠٠٠. أما منهجيتهما فتضمنت تحديد المنشآت السكنية السائدة في ثلاثين منطقة من مناطق المدينة حسب الأنماط الثلاثة التالية:

الأول نمط المنشآت السكنية المحتوية على وحدتين سكنيتين Semi-detached ، والثاني نمط البيوت المتراصة على جانب واحد من الطريق Terraced ، والثالث نمط البيوت الواقعة على جهتين متعاكستين لطريقين متوازيين بحيث يكون الجانب الخلفي لكل بيت ملاصق للجانب الخلفي للبيت المعاكس له، ومدخل كل بيت على شارع معاكس كذلك Back-to-back. بعد ذلك شرع الباحثان بقياس مجموع المساحة الممثلة لكل نمط. وبعد تحديد المساحة الكلية بالقدم المربع، حسب المؤلفان ما أسمياه العامل الفوتوغرافي Photographic Factor أو معـدل الكثـافة البشرية لكل قدم مربع باستخدام بيانات التعداد وخرائط مصلحة المساحة. بعد ذلك، تم تقدير السكان لكل من المناطق الثلاثين بتقسيم معـدل العـامل الفوتوغرافي على مجموع المساحة لكل نمط سكني.

وبالمقارنة مع بيانات التعداد الرسمية التي كانت،لسوء الحظ، أقدام من الصور الجوية بسنتين فقد بلغت درجة صحة هذه الدراسة ٩٨٪.

لقد تم تمييز الأنماط السكنية الثلاث من قبل El-Beik, Collins بدرجات متفاوتة من النجاح. فقد كانت التقديرات السكانية لمناطق النمط الثاني تفوق أرقام التعداد بـ ٨,٪ في حين فاقت التقديرات للمناطق المحتوية على بيوت من النمط الثالث أرقام التعداد بـ ٣,٪ فقط. أما بيوت النمط الأول فقد كانت أعظم تباينا إذ بلغت تقديراتها أقل من أرقام التعداد بـ ٦,٤٪. وهنا تجدر الاشارة إلى أنه بسبب تقدير حجم الأسر المختلف بحسب نمط السكن فان الخطأ في تصنيف الوحدات السكنية من الصور الجوية يمكن أن يتسبب في أخطاء كبيرة عند حساب التقديرات السكانية. ولحسن الحظ، فان النقص في التقدير لنمط معين من أنماط السكن كان يعوض بزيادة في التقدير في نمط آخر مما يجعل الأخطاء بالمجموع ذات حد أدنى. وعلى الرغم من النتيجة المشجعة التي توصل إليها El-Beik, Collins فقد اقترحا لتحسين منهجيتهما استخدام كثافة سكانية محلية لكل منطقة عوضا عن معدل العامل الفوتوغرافي واستخدام صور جوية ذات مقياس أكبر تكون في حدود ١/ ٢,٥٠٠(١).

طبق .Kraus et al (١٩٧٤م) منهجية المساحة/ الكثافة على أربع مدن في ولاية كاليفورنيا الأمريكية هي فرزنو وباكرسفيلد وسانتاباربارا وساليناس، وذلك باستخدامهم صورا فضائية سوداء وبيضاء ذات مقياس ١/٦٠٠,٠٠٠ تم تكبيرها إلى ١/٤٠,٠٠٠. لقد تم تقسيم استخدامات الأرض في هذه المدن إلى سكن ذي أسرة واحدة (R1) Single Family Residence ، وسكن ذي أسر متعددة (Rm) Multi Family Residence ، ومقطورة سكنية -(Tp) Trailer Park Resi

(١) Collins, W. and El-Beik, A., 1971. «Population Census With the Aid of Aerial Photoraphs: An Experiment in the City of leeds, «Photogrammetric Record, 7,37,pp. 16-26.

dence ، وسكـن وتجـاري/صنـاعي (C) Commercial/Industrial. وبعـد أن استخرجت الكثافات السكنية لاستخدامات الأرض السكنية الثلاث من بيانات تعداد رسمية تم تقدير حجم السكان لكل مدينة باستخدام العلاقة التالية:

$$P = (AR_1 . DR_1) + (AR_m . DR_m) + (AR_{tp} . DR_{tp})$$

حيث أن:

P = مجموع السكان المراد تقديرهم.

AR_1 , AR_m , AR_{tp} = مساحات كل نوع من أنواع استخدام الأرض.

DR_1 , DR_m , DR_{tp} = الكثافات السكانية لكل نوع من أنواع استخدام الأرض.

لقد كانت نتائج هذه الدراسة موافقة إلى حد كبير لبيانات التعداد، إذ بلغت نسبة الخطأ - ١٧,٩٪ بالنسبة لفرزنو، - ٥٧,٥٪ بالنسبة لباكرسفيلد، - ٧٪ بالنسبة لسانتاباربارا و - ٦,٨٤٪ بالنسبة لساليناس. ولقد اقترح الباحثون عدة أساليب لتحسين هذه النتائج منها استخدام صور ذات مقياس أكبر وتقسيم استخدامات الأرض إلى عدد أكبر من الأنماط واستخراج بعض الكثافات السكانية لنمط استخدام الأرض التجاري. والواقع فان محاولة Kraus et al. قد نجحت نجاحا جيدا بسبب تجانس الأحياء السكنية في المدن الأمريكية الأربع الواردة الذكر. ولكن، وكما أشار الباحثون أنفسهم فان أية منهجية إذا أريد لها أن تكون مفيدة، يجب أن تكون قابلة للتطبيق على مناطق ذات استخدامات أرض متنوعة، جنبا إلى جنب مع مناطق متجانسة[1].

---

(١) Kraus, S., Senger, L. and Ryeson, J., 1974. «Estimating Population from Photographically Determined Residential land Use Types, Remote Sensing of Environment, Vol. 3, pp. 35-42.
Colwell, R., 1983. op.cit., p.1628.

انظر كذلك:

Colwell, R., 1983. op.cit., p.1628.

ومن الدراسات التي استخدمت أسلوب مساحة الأراضي السكنية/ الكثافة البشرية يمكن أن نورد دراسة Thompson (١٩٧٥م) ودراسة Olorunfemi (١٩٨٤م). لقد هدف Thompson إلى اجراء تقديرات سكانية لمناطق مختارة صغيرة المساحة ضمن مدينة واشنطن الأمريكية وذلك بالاعتماد على بيانات خاصة باستخدام الأرض جمعتها مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية. وقد تم ضرب تلك البيانات بمتوسط الكثافة السكانية المأخوذة من التعداد الرسمي. وكانت النتيجة هي الحصول على تقدير للسكان بنسبة خطأ قدره ـ ٥٪.(٢)

أما Olorunfemi فقد طبق هذا الأسلوب أثناء محاولته تقدير سكان مدينة ايلورين عاصمة ولاية كوارا النيجيرية لعام ١٩٧٣م. لقد أخذت بيانات هذه الدراسة من صور جوية لعام ١٩٥٠م (مقياس ١/ ٢٤,٠٠٠) ولعام ١٩٦٣م (١/ ١٢,٠٠٠) ولعام ١٩٧٣م (١/ ١٠,٠٠٠). ولقد تضمن التحليل تحديد وتصنيف ثلاثة عشر نمطا من أنماط استخدام الأرض في المدينة شملت أربعة أنماط سكنية هي نمط الشكل المستطيل أو المربع ذو الفناء الداخلي Indigenous Residential Type ، ونمط الشكل المستطيل أو المربع الذي يخلو من الفضاء الداخلي Barrack Type ، ونمط البيوت المستقلة ذات الساحات والطرق المحيطة Flat Type ، ونمط البيوت غير الكاملة Uncompleted Housing . وقد تضمنت منهجية البحث تغطية مواقع الدراسة على الصور الجوية بورقة شفافة واستخدام طريق النقط Dot Grid Method (١ نقطة/سم٢) ومن ثم حساب عدد النقط في كل نمط من أنماط استخدام الأرض. ولقد تم التعبير عن مساحة كل نوع من أنواع استخدام الأرض بنسبة مئوية لمجموع مساحة الأرض الواقعة في كل

---

(١) Thompson, D., 1975. «Current Population Estimation Using Land Use Data Eerived from Hight Altitued Aerial Photography «Proceedings of the Association of American Geographers, 7, pp. 237-242.

جزء Ward من أجزاء المدينة الثمانية عشرة التي تشكل الدراسة. وباستخدام هذه القيم في كل حالة، فقد تم اجراء دراسة معامل ارتباط بين حجم السكان ونسبة المساحة المشغولة في كل نمط من أنماط استخدام الأرض. لقد وجد أن هنالك علاقة قوية خطية بين كثافة السكان ونسبة مساحة الأراضي المخصصة للسكن (الأنماط الأربعة الواردة الذكر) بمعامل ارتباط مقداره ٠,٩٦. وكنتيجة لذلك تم تطوير أربعة نماذج من الانحدار لعام ١٩٥٠ هي: انحدار الكثافة البشرية والنسبة المئوية لمساحة الأراضي المخصصة للمنازل، وانحدار الكثافة البشرية والتحويل الزاوي لمساحة الأراضي المخصصة للمنازل، وانحدار لوجارثم الكثافة البشرية والنسبة المئوية لمساحة الأراضي المخصصة للمنازل، وأخيرا لوجارثم الكثافة البشرية والتحويل الزاوي للنسبة المئوية لمساحة الأراضي المخصصة للمنازل. ثم استخدمت هذه النماذج التي طورت لعام ١٩٥٠م في عمل تقديرات سكانية لعام ١٩٦٣م وتم مقارنة هذه التقديرات بتعداد السكان الرسمي لمدينة ايلورين لعم ١٩٦٣م. وعليه، كان من الممكن تحديد النموذج الأفضل لتقدير سكان ايلورين عام ١٩٦٣م والذي كانت صيغته كما يلي:

$$\text{Log } Y_{(1963)} = a + b\, X\, o_{(1963)} + \text{Log } SE_{Y}$$

حيث: Log = لوجارثم.

Y = تقدير السكان لعام ١٩٦٣م.

X^{o} = التحويل الزاوي للنسبة المئوية لمساحة الأراضي المخصصة للمنازل في عام ١٩٦٣م.

SE_{y} = الخطأ المعياري للتنبؤ.

b,a = ثوابت.

فإذا ما افترضنا أن العلاقة الموجودة بين النسبة المئوية لمساحة الأراضي

المخصصة للمنازل والسكان تبقى كما هي في عام ١٩٧٣م، عندها يمكن تقدير سكان ١٩٧٣ بنفس النموذج بصيغة المعادلة كما يلي:

$$\text{Log } Y_{(1973)} = a + b\, X o_{(1973)} + \text{Log } SE'y$$

والذي نحتاجه عندئذ هو الاستعاضة عن النسبة المئوية لمساحة الأراضي المخصصة للمنازل عام ١٩٧٣م بالتحويل الزاوي لها، ومن ثم ضرب النتائج بمجموعة مساحة الأراضي في كل جزء من أجزاء مدينة ايلورين[1].

أسلوب مساحة المنطقة العمرانية المشيدة:

يستند هذا الاسلوب لتقدير السكان على تبيان العلاقة الوظيفية بين مساحة المنطقة العمرانية المشيدة لمستوطنة ما ـ والمحسوبة من الصور الجوية أو الفضائية وعدد سكانها. ولقد استخدم هذا الأسلوب بصيغ مختلفة كل من Nordbeck (١٩٦٥م) و Tobler (١٩٦٩م) و Wellar (١٩٦٩م) و Holz et al. (١٩٦٩م) Anderson و Anderson (١٩٧٣م) و Ogrosky (١٩٧٥م) و Welch, Lo (١٩٧٧م) و Olorunfemi (١٩٨٢م).

لقد شرح Nordbeck العلاقة بين المساحة والسكان في صيغة قانون النمو الألـومـتري Law of Allometric Growth الذي وضعه لأول مرة J. Huxley عام ١٩٧٢م[2] ولقد خلص Nordbeck إلى القول بأن المساحة المشيدة لمستوطنة ما

---

(١) Olorunfemi, J., 1982. «Applications of Areial Photography to Population Estimation in Nigeria, «GeoJournal. 6.3, pp. 225-230.

للمزيد عن طريقة استخدام الأرض في تقدير السكان لمدينة ايلورين، انظر كذلك:

Olorunfemi, J., 1984. «Land Use and Population: A Linking Model, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 50, No.8, pp. 1145-1158.

(٢) Huxley, J., 1932. Problems of Relative Growth, London: Meuthuen, pp. 240-241.

يجب أن تكون متناسبة مع عدد السكان مرفوعا إلى أس معين حسب العلاقة التالية:

$$A = a\,P^{b}$$

حيث A = المساحة Area المقدرة.

P = السكان Population المعروفون.

b,a = ثوابت محسوبة.

ولقد اشتق Nordbeck علاقة السكان والمساحة لمدن أمريكية ويابانية وسويدية مستخدما المعادلة التالية:

$$A = .0015\,P^{.88}$$ (١)

استخدم مفهوم Nordbeck كل من Welch, Lo Wellar, Tobler بصيغ كانت تدور حول العلاقة بين الامتداد المساحي للمنطقة العمرانية المشيدة وحجم السكان. أما Tobler (١٩٦٩م) فقد افترض أن المدن إذا ما اعتبرت دائرية في الشكل فإن العلاقة الارتباطية بين أنصاف الأقطار Radii (r) التي تمثل المساحة المعمورة والسكان يمكن أن تأخذ الصيغة المعدلة التالية:

$$r = a\,P^{b}$$

ولقد أثبتت دراسة Tobler وجود علاقة قوية بين المساحة والسكان بمعامل ارتباط مقداره ٠,٨٧[٢] أما Wellar (١٩٦٩م) فباستخدامه صورا فضائية التقطت بالقمر الصناعي جيمني عام ١٩٦٦م، وذات مقاييس تتراوح بين ١/ ٩٠٠,٠٠٠ و ١/ ١,٠٠٠,٠٠٠ لمراكز عمرانية مختارة في الجنوب الأمريكي، قام بتحديد المساحات المعمورة لتلك المدن ومن ثم طبق معادلة

---

(١) Nordbeck, S., 1965. «The Law of Allometric Growth,» Michigan Inter-University Community of Mathematical Geographers, Discussion Paper 7, Department of Geography, University of Michigan, An Arbor, pp. 1- 28.

(٢) Tobler, W., 1969. «Satellite Confirmation of Settlement Size Coefficient, «Area, Vol. 1,3, pp. 30-34.

Nordbeck الخاصة بتقدير السكان. لقد كشفت دراسة Wellar عن نسبة خطأ اجمالية عالية بلغت +٣٧٪ جعلته يستنتج أن الامتداد المساحي للمناطق العمرانية المشيدة وحجم السكان ليس بينهما علاقة متداخلة بالضرورة. ومن أمثلة الأخطاء ما شوهد من زيادة في التقدير مقداره ٤٨٨ نسمة بالنسبة لبلدة آنجلتن بولاية تكساس التي تبلغ عدد سكانها ٧٣١٢ نسمة عام ١٩٦٢م[٢].

حاول Welch, Lo (١٩٧٧م) تطبيق قانون النمو الألومتري على ثلاث عشرة مدينة صينية باستخدام صور لاندسات LANDSAT. ولكن تنوع أشكال المدن الصينية ومخالفة نمطها لنمط المدن الأمريكية ذات الشكل الدائري دفعا الباحثين إلى تحويل معادلة Nordbeck بحيث أصبحت $P = a A^b$ في حالة أن يكون ارتباط نمو المدينة بنمو السكان أسيّا و $P = a + b A$ في حالة أن يكون الارتباط خطيا. وعلى الرغم من أن كلتا المعادلتين تتضمنان أن نمو السكان يعتمد على نمو مساحة المستوطية التي تحوي السكان، إلا أن Welch, Lo قد أكدا أنه بسبب سياسة الصين الداعية إلى تضييق النمو الزائد للمدن الصينية فإن المعدل الأبطأ للنمو الأسي هو الأكثر ملاءمة لتقدير سكان المدن الصينية في السنين الأخيرة. ولاختبار صلاحية معادلتهما الأسية فقد تم دراسة العلاقة بين سكان ١٢٤ مدينة صينية ومساحات تلك المدن بالاستناد إلى خرائط الجيش الأمريكي ذات المقياس ١/ ٢٥٠,٠٠٠ للأعوام ١٩٥١-١٩٥٦م. وكانت النتيجة هي الحصول على معامل ارتباط (R) مقداره +٠,٧٥. كما طبقت المعادلة على عشر مدن صينية بالاستناد إلى صور لاندسات مأخوذة في الأعوام ١٩٧٢-١٩٧٤م وذات مقياس ١/ ٥٠٠,٠٠٠. وكانت النتيجة هي الحصول على معامل ارتباط

---

(١) Wellar, B., 1969, «The Role of Space Photorgraphy, in Urban Transportation Data Series, «Proceeding, Sixth Internationa Symposium on Remote Sensing of Environment, Vol. 2, pp. 831-847.

أعلى بلغ +٨٢, مما جعل الباحثين يخلصان إلى الاستنتاج بأنه في غياب بيانات أكثر دقة، يمكن استخدام معادلتها الأسيّة في التقديرات السكانية[١].

والواقع، أن معادلة Nordbeck قد لقيت سواء بصيغتها الأصلية أم بصيغتها المحورة، تأييدا ممن استخدموها في تقدير السكان على الرغم من اعتراض البعض على الثوابت الواردة فيها[٢].

أما .Holz et al (١٩٦٩م) فقد استخدموا الصور الفضائية لتطوير نموذج لتنبؤ أعداد السكان لأربعين مركز حضاري يتراوح سكانها بين ٢,٥٠٠ و٩٩,٠٠٠ نسمة في منطقة وادي تنسي بالولايات المتحدة الأمريكية. ولقد قسم .Holz et al هذه المراكز إلى أربع فئات سكانية هي ٢٥٠٠-٤٩٩٩، ٥٠٠٠-٩٩٩٩، ١٠٠٠٠-١٩٩٩٩، ٢٠,٠٠٠-٩٩٠٠٠ ثم لجأوا إلى دراسة علاقة السكان في هذه المراكز للأعوام ١٩٥٣، ١٩٦٣ ببعض المتغيرات بالاستعانة بصور فضائية مأخوذة من القمر الصناعي ايروس EROS تغطي منطقة الدراسة تغطية كافية لاختيار بعض الفرضيات التي تستند إلى نظرية المكان المركزي Place Theory Central [٣]، وهذه الفرضيات هي:

---

(١) Lo, C. and Welch, R., 1977. «Chinese Urban Population Estimates, «Annals, Association of American Geographers, 4, pp. 246-53.

انظر كذلك:

Welch, R., 1978. «Monitoring Urban Population and Energy Utilization Patterns from Satellite Data, «proceedings of the Internationl Symposium of Remote Sensing for Observation and Inventory of Earth Resources and the Endangered Environment, V.2, pp. 875-883.

(٢) Vining, D. and Louw, S., 1987. «A Cantionary Note on Use of Allometric Function to Estimate Urban Population, Professional Geographer, 30, 4, pp. 365-70.

(٣) لمزيد من المعلومات عن هذه النظرية أنظر:

عيسى موسى الشاعر، ١٩٨٦ (١٤٠٦هـ). «نظرية المكان المركزي بين كريستالر ولوش: عرض وتعليق،» مجلة كلية الآداب، جامعة الملك سعود، المجلد الثالث عشر، الجزء الأول، ص ٢٦٧-٢٩٨.

١- يتناسب عدد سكان مركز حضري ما تناسبا طرديا مع عدد الطرق التي تربطه بالمراكز الحضرية الأخرى.

٢- يتناسب عدد سكان مركز حضري ما تناسبا طرديا مع عدد سكان أكبر مركز حضري.

٣- يتناسب عدد سكان مركز حضري ما تناسبا عكسيا مع المسافة إلى أقرب أكبر مركز حضري.

٤- يتناسب عدد سكان مركز حضري ما تناسبا طرديا مع مساحة المنطقة التي يشغلها هؤلاء السكان.

وهكذا فقد درس Holz et al. علاقة متغير تابع تم الحصول عليه من سجلات التعدادات، وهو عبارة عن السكان الحضر لكل مركز بأربع متغيرات مستقلة تم الحصول عليها من مصادر متنوعة كما يلي :-

- تم الحصول على عدد طرق المواصلات السطحية من مركز ما إلى مراكز حضرية أخرى من صور جوية ذات مقياس كبير.
- تم الحصول على سكان أقرب أكبر منطقة حضرية من سجلات التعدادات.
- تم قياس المسافة من مركز ما إلى أقرب أكبر منطقة حضرية على خرائط الطرق.
- تم الحصول على المساحة العمرانية لمركز ما من الصور الفضائية.

ولقد تم دمج المتغيرات باستخدام تحليل الانحدار الخطي ذي الخطوة خطوة Step-wise Linear Regression للحصول على معادلة كانت صيغتها كما يلي :

$$Pi = a + b_1 L i + b_2 P j - b_3 D_{ij} + b_4 A i$$

حيث :

P_i = عدد السكان لمنطقة حضرية i.

L_i = عدد الطرق Links التي تربط المنطقة الحضرية i بالمناطق الحضرية

الأخرى.

P_j = عدد السكان لأقرب مركز حضري j.

D_{ij} = المسافة Distance بين منطقة حضرية i وأقرب أكبر مركز حضري j.

A_i = المساحة Area السكنية للمركز الحضري i.

و a ، b_1 ، b_2 ، b_3 ، b_4 ثوابت

ولقد كانت نتيجة التحليل كما يلي:

جـــدول ٣

معاملات الارتباط والتحديد للمتغيرات المستقلة

التي استخدمها Holz ورفاقه (١٩٦٩م)

المتغيرات مرتبة حسب أهميتها	معامل الارتباط (R)		معامل التحديد (R2)	
	١٩٥٣	١٩٦٣	١٩٥٣	١٩٦٣
المســاحــــة	٠,٧٩٢٣	٠,٨٤٩١	٠,٦٢٧٨	٠,٧٢٠٩
الــطـــــرق	٠,٨٤٢٤	٠,٨٦٨٧	٠,٧٠٩٦	٠,٧٥٤٧
سكان أقرب أكبر مركز	٠,٨٥٩٩	٠,٨٧٦٩	٠,٧٣٩٤	٠,٧٦٨٩
المسافة إلى أقرب أكبرمركز	٠,٨٧٣٧	٠,٨٧٨٧	٠,٧٦٣٤	٠,٧٧٢٢

وبالنظر إلى القيم أعلاه يتبين أن تحليل الانحدار فسر بشكل واضح التباينات في عدد سكان المراكز الحضرية. لقد كان هنالك ارتباط قوي بين المساحة والسكان بحيث أن اضافة المتغيرات المستقلة الأخرى لم يضف إلا

القليل في شرح التباين المتبقي. ويرى الباحثون أن هذا الاستنتاج ينطبق بشكل خاص على المراكز الحضرية الصغيرة، في حين أن متغيرات أخرى غير المساحة لابد من اعتبارها إذا ما أريد تقدير السكان بشكل دقيق لمراكز حضرية كبيرة. وبعبارة أخرى، فان هذه الدراسة تقترح بأنه كلما زاد عدد سكان مركز حضري ما زادت أهمية المتغيرات الأخرى عدا المساحة[١].

وقد طبق Ogrosky (١٩٧٥م) منهجية مشابهة لمنهجية Holz et al. وذلك في محاولته تقدير سكان ثمانية عشر مركزا حضريا في منطقة بوجيت ساوند شمال غربي الولايات المتحدة الأمريكية. لقد استخدم Ogrosky شرائح شفافة ملونة وبالأشعة تحت الحمراء (٩ × ٩ انش) ذات مقياس ١/١٣٥,٠٠٠ مأخوذة من القمر الصناعي سكايلاب SKYLAB . وكان الفحص مقتصرا على المدن التي يزيد عدد سكان كل منها عن ١٠,٠٠٠ نسمة. ولقد احتفظ Ogrosky بالمتغيرات المستقلة الأربعة نفسها التي استخدمها Holz et al. وتم الحصول على معامل تحديد عال بلغ ٠,٩٧٣ . مما جعله يؤكد بأن مساحة منطقة عمرانية ما هي أفضل مقدر مفرد لسكان تلك المنطقة[٢].

لقد تم قياس مساحة المناطق العمرانية المشيدة في الدراسات الآنفة الذكر يدويا. أما Anderson & Anderson (١٩٧٣م) ففي محاولتهما الحصول على

---

(١) Holz, R., Huff, D. and Mayfield, R., 1969. «Urban Structured Based on Remote Sensing Imagery, «Proceeding of the Sixth International Symposium on Remote Sensing of the Environment, An Arbor, Univ. of Michigan, Institute of Science and Technology, Willon Rum Laboratories, pp. 819-30.

انظر كذلك:

Holz, R., ed., 1973. «Urban Structure Based on Remote Sensing Imagery, «The Surveillant Science, Remote Sensing of the Environment, Boston: Houghton Mifflin Co. pp. 375-380.

(٢) Ogrosky, C., 1975. «Population Estimation from Satellite Imagery, «Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 41, pp. 707-712.

تقـديرات سكـانية لثلاثة وعشرين مستوطنة صغيرة في منطقة توبيكا بولاية كنساس الأمريكية فقد استخدما بالاضافة إلى القياسات اليدوية طرقـا آليـة بالاستعانة بمركز جامعة كنساس لمعالجة الصور بالكمبيوتر. وباستخدامهما صورا جوية سوداء وبيضاء أخذت من ارتفاع منخفض نسبيا وبمقياس ١/٢٠,٠٠٠ تقريبا حصلا على قياسات مساحة المنطقة العمرانية (بالأقدام المربعة) لكل من الثـلاث والعشرين مستـوطنة. وبعدئذ تم استخراج تقديرات سكانية لكل مستـوطنـة باستخدام طريقة تحليل الانحدار Regression Analysis. لقد زادت الأخطاء بالنسبة لبعض المستوطنات عن - + ٤٠٪. ولقد عزيت هذه الأخطاء بوجه خاص إلى صعوبة تحديد الحدود الهامشية للريف والحضر مما نجم عنه زيادة في القدم المربعة الاجمالية وبالتالي بيانات سكانية خاطئة. أما معدل الخطأ الكلي للمستوطنات جميعها فقد بلغ - ٦,٩٪ فقط باستخدام القياسات اليدوية و - ١٠,٨٪ باستخدام القياسات الآلية مما جعل الباحثان يستنتجان بأن كلتا الطريقتين في القياس توضحان وجود علاقة بين سكان المناطق الحضرية ومساحتها[١].

وأخيرا فقد طبق Olorunfemi (١٩٨٢م) طريقة مساحة المنطقة العمرانية المشيدة في تقدير سكان مدينة ايلورين النيجيرية لعام ١٩٧٣م.

لقد تم جمع البيانات عن مساحة الأراضي السكنية بالهكتارات من الصور الجـوية للمدينة بطريقة النقط وذلك لكل من الأعوام ١٩٦٣ و ١٩٧٣م. والواقع فإن معرفة مجموع مساحة الأراضي السكنية جنبا إلى جنب مع معرفة عدد الأشخاص المقدرين لكل وحدة مساحة من الأراضي السكنية يمكننا من تقدير سكان منطقة ما باجراء عملية حسابية بسيطة. ولمعرفة عدد الأشخاص لكل وحدة مساحة من الأراضي السكنية استخدم الباحث القانون التالي:

---

(١) Anderson, D. and Anderson P., 1973. «Population Estimate by Humans and Machines, «Photogrammetric Engineering, 39,2, pp. 147-54.

$$D(1963) = \frac{A_{(1963)}}{P_{(1963)}}$$

حيث: D = وحدة مساحة الأراضي السكنية/ شخص في عام ١٩٦٣م.

A = مساحة الأراضي السكنية في عام ١٩٦٣م.

P = عدد السكان عام ١٩٦٣م.

وبعد معرفة وحدة مساحة الأراضي السكنية/شخص، أوجد Olorunfemi عدد الأشخاص لكل وحدة مساحة[1]. والآن وعلى افتراض أن قيم ١٩٦٣م بقيت كما هي لعام ١٩٧٣م فلمعرفة عدد السكان لعام ١٩٧٣م يمكننا أما ضرب عدد الأشخاص لكل هكتار مثلا بمجموع مساحة الأراضي السكنية أو كما فعل الباحث يمكن استخدام القانون:

$$P_{(1973)} \quad \frac{A_{(1963)}}{P_{(1963)}} \times A_{(1973)}$$

حيث أنه بقسمة عدد السكان (P) على مساحة الأراضي السكنية (A) يمكن معرفة عدد الأشخاص لكل وحدة مساحة معينة. وبضرب الناتج بمساحة الأراضي السكنية في ايلورين تمكن الباحث من تقدير سكان المدينة لعام ١٩٧٣م والحصول على نتائج قريبة من التقديرات المنشورة في الوثائق الرسمية[2].

إن من بين الصعوبات التي تعترض استخدام الصور الجوية والفضائية هو عدم قدرتها على الكشف الدقيق للمباني ذات الأدوار المتعددة، وللمنازل المؤقتة والمحجوبة بالغابات والأشجار، وفي مثل تلك الحالات فإن الأفلام الملونة

---

(١) مثلا ٢٥م^{2}شخص هي عبارة عن ٤ أشخاص/ ١٠٠م^2 أو ٤٠٠ شخص/هكتار.

(٢) Olorunfemi, J. 1982. op.cit.
وكذلك: Olorunfemi, J. 1984. op.cit.

ذات الأشعة تحت الحمراء قد تكون أكثر فائدة من الأفلام الأخرى لقدرتها على تصفية معظم الموجات القصيرة المبعثرة عن طريق الضباب والدخان. وتكون المحصلة النهائية لاستخدام هذا النوع من الأفلام الملونة هي التمييز الواضح بين المباني السكنية وغير السكنية، وبين المناطق المشيدة وغير المشيدة، وكذلك تحديد المساكن المؤقتة أو المحجوبة بغطاء نباتي. أما مشكلة تمييز المساكن المتعددة الأدوار فيمكن التغلب عليها باستخدام صور جوية ذات مقياس كبير لا يتعدى ١/ ٥,٠٠٠. وفي هذا المجال ينصح الباحث باستخدام صور متداخلة Overlapped بالاستعانة بأجهزة مجسمة للصور[١] يمكن أن تساعد في تحليل أفضل للصور الجوية وبالتالي زيادة درجة صحة التقديرات السكانية بحيث تكون مقاربة للواقع إلى حد كبير.

وهكذا، فإنه إذا ما تم فهم الأساليب المختلفة الآنفة الذكر فهما دقيقا وإذا ماتم التغلب على الصعوبات التي تعترض استخدامها، عندها يمكن التوسع في تطبيق هذه الأساليب واكتشاف المزيد منها بالاضافة إلى الحصول على نتائج أكثر دقة. وهذا بدوره سيؤدي إلى تشجيع الدوائر المهتمة بأعداد السكان لنبذ الوسائل التقليدية وتبني الأساليب الحديثة المعتمدة على صور الطائرات والأقمار الصناعية ومركبات الفضاء.

---

(١) للمزيد حول هذه الأجهزة وطرق استعمالها أنظر:

Wolf, P., 1974. Elements of Photogrammetry (With air Photo McCraw-Hill Book Company.

خاتمـــة :

على الرغم مما ذكر أعلاه من أبحاث عديدة تتعلق بالدراسات السكانية المستندة إلى الصور الجوية والفضائية، إلا أن هذه الأبحاث ليست بالكثرة الكافية بحيث تسمح بتغطية المجالات البشرية الواسعة التي ما برحت تعد حقلا خصيبا لاستخدام هذه الصور. لقد حاول الباحثون، وكثير منهم الجغرافيون، أن يقدروا سكان المدن والمراكز الحضرية من الصور الجوية التي التقطت من طائرات على ارتفاعات متوسطة أو من صور الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية ذات الارتفاعات الشاهقة. ولقد تم تصنيف الدراسات التي عنيت بتقدير السكان باستخدام هذه الصور إلى فئات ثلاث رئيسية تبعا لثلاثة أساليب اعتمدت عليها هي: (١) أسلوب الوحدة السكنية وعد المنازل. (٢) أسلوب المساحة/الكثافة. (٣) أسلوب مساحة المنطقة العمرانية المشيدة. أما الأسلوب الأول فيعتمد بأبسط صورة على ضرب الوحدات السكنية المعدودة من الصور الجوية بمتوسط حجم الأسرة. وأما الأسلوب الثاني فيعتمد على قياس أنواع مختلفة من استخدامات الأرض السكنية وضرب النتائج بمتوسط الكثافات السكانية لكل نوع. ويستند الأسلوب الثالث على تبيان العلاقة بين مساحة المنطقة العمرانية المشيدة بمركز حضري ما وعدد سكانه.

لقد تبين من الصفحات السابقة أن هذه الأساليب جميعها صالحة للتطبيق ولها معدلات أخطاء متقاربة بحيث يصعب تفضيل أحدها على الآخر. ولقد تراوحت معظم نسب الأخطاء في الأساليب الثلاثة بين + ٨٪ و - ١٥٪ مع اتجاه عام نحو نقص في التقدير (جدول ٤). وبالنظر إلى عدد الباحثين الذين استخدموا هذه الأساليب يتضح أن أسلوب الوحدات السكنية وعد المنازل

استخدمه عدد أكبر من الباحثين وربما يعزي ذلك إلى بساطة منهجيته وقلة المستلزمات التي يتطلبها بالمقارنة مع الأسلوبين الآخرين. ومهما يكن من أمر فإن مزيدا من الجغرافيين أخذ يشجع على استخدام الصور الجوية والفضائية في التقديرات السكانية لاختصارها للوقت وشموليتها وقلة تكاليفها. وعليه، فإن هذه الدراسة تقترح تطبيق الأساليب الآنفة الذكر - وغيرها إن وجد - في دول العالم النامي ولا سيما المناطق الريفية والمدن الصغرى من دول الشرق الأوسط

جـدول ٤

بعض نسب الخطأ لأساليب تقدير السكان بالصور الجوية والفضائية

الأسـلوب	البـاحـث		نسبة الخطأ
الوحدة السكنية وعد المنازل:	Green	(١٩٥٦م)	+ ٨٪
	Binsell	(١٩٦٧م)	- ١٥,٧٪
	Horton , Dueker	(١٩٧١م)	- ١٥٪
	Morrow-Jones, Watkins	(١٩٨٤م)	+ ٨,٥٤٪
	Shair	(١٩٨٨م)	- ٥,٠٩٪
المساحة/ الكثافة:	El-Beik, Collins	(١٩٧١م)	+ ,٨٪
			- ٦,٤٪
	Kraus et al.	(١٩٧٤م)	- ٩,١٧٪
			- ٥,٥٧٪
	Thompson	(١٩٧٥م)	- ٥٪
مساحة المنطقة العمرانية	Wellar	(١٩٦٩م)	+ ٣٧٪
المشيدة:	Anderson, Anderson	(١٩٧٣م)	- ٦,٩٪
			- ١٠,٨٪

حيث تكون البيانات السكانية نادرة أو معدومة. كما تقترح أن يولي رجال التخطيط مزيدا من اهتمامهم لهذه الأساليب علهم يشجعون على اكتشاف المزيد منها ودفع الاستشعار النائي وتفسير الصور الجوية خطوات إلى الأمام.

المـراجـع

١ـ الشاعر، ع: ١٩٨٦م، «نظرية المكان المركزي بين كريستالر ولوش: عرض وتعليق»، مجلة كلية الآداب، جامعة الملك سعود، المجلد الثالث عشر، ص ٠.

٢ـ فريدة، أ: ١٩٨٢م، الصور الجوية: تفسيرها وتطبيقاتها، الكويت: مكتبة الفلاح.

3. Allan, J., and Alemayehu, T., 1975. "Rural Population Estimates from Air Photographs: An Example from Wolamo, Ethiopia," ITC Journal, V.1, pp. 85-100.

4. Anderson, D. and Anderson, P., 1973. " Population Estimates by Humans and Machines," Photogrammetric Engineering, 39, 2 pp. 147-54.

5. Arnold, E., 1979. Estimating Population in a Barzilian Frontier Town: A Case Study in the Application of Remote Sensing Imagery. M.A. Thesis, The University of Texas at Austin, Department of Geography.

6. Binsell, R., 1967. Dwelling Unit Estimation from Aerial Photography, Research Report, Department of Geography, Northwestern University, Evanston, I11.

7. Clayton, C. and Estes, J., 1980. "Image Analysis as a Check on Census Enumeration Accuracy, "Photogrammetric Engineering and Remote Sensing., 46, pp. 757-64.

8. Collins, W. and El-Beik, A., 1971. "PopulationCensues with the Aid of Aerial Photographs: An Experiment in the City of Leeds, "Photogrammetric Record, 7, 37, pp.16-26.

9. Colwell, R. (Editor-in-Chief), 1983. Manual of Remote Sensing, Second Edition, American Society of Photogrammetry, Fall Church, Virginia.

10. Dueker, K. and Horton, F. 1971. "Toward Geographic Urban Change Detection Systems with Remote Sensing In puts," Technical Papers, 37th Annual Meeting, American Society of Photogrammetry, pp. 204-218.

11. Eyre, L., Adolphus, B. and Amiel, B., 1970. "Census Analysis and Population Studies, "Photogrammetric Engineering. 36, 5, pp. 460-466.

12. Green, N., 1956. "Aerial Photographic Analysis of Residential Neighborhoods: An Evaluation of Data Accuracy," Social Forces, 35, pp. 142-147.

13. Hadfield, S., 1963. Evaluation of Land Use and Dwelling Unit Data Derived from Aerial Photography, Urban Research Section, Chicago Area Transportation Study. Chicago, I11.

14. Holz, R., ed. 1973. "Urban Structure Based on Remote Sensing Imagery, "The Surveillant Science, Remote Sensing of the Environment, Boston: Houghton Mifflin Co.

15. Holz, R. Huff, D. and Mayfield, R., 1969. "Urban Structure Based on Remote Sensing Imagery, "Proceeding of the Sixth International Symposium on Remote Sensing of the Environment, An Arbor, University of Michigan, Institute of Science and Technology, Willow Rum Laboratories, pp. 819-30.

16. Horton, F., "Remote Sensing Techniques and Urban Data Aquisition: Selected Examples," in Estes, J. and Senger, L. eds., 1974. Remote Sensing: Techniques for Environmental Analysis, Santa Barbara, Calif: Hamilton Publishing Co.

17. Hsu, S., 1971. "Population Estimation," Photogrammetric Engineering, 37, pp. 449-54.

18. Huxley, J., 1932. Problems of Relative Growth, London: Meuthuen.

19. Kraus, S., Senger, L. and Rayson, J., 1974. "Estimating Population from Photographically Determined Residential Land Use Types, "Remote Sensing of the Environment, Vol. 3, pp. 35-42.

20. Lillesand, T. and Kiefer, R., 1979. Remote Sensing and Image Interpretation, New York: John Wiley & Sons.

21. Lindgren, D., 1971. "Dwelling Unit Estimation with Color-IR Photos," Photogrammetric Engineering, 37, pp. 373-77.

22. Lo, C. and Chan, H., 1980. "Rural Population Estimation from Ae-

rial photographs" Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 46, 337-45.

23. Lo, C. and Welch, R., 1977. "Chinese Urban Population Estimates," Annals, Association of American Geographers, 4, pp. 246-53.

24. Nordbeck, S., 1965. "The Law of Allometric Growth". Michigan Inter-University Community of Mathematical Geographers, Discussion Paper 7, Department of Geography, University of Michigan, An Arbor.

25. Ogroskv. C., 1975. "Population Estimation from Satellite Imagery, "Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 41, pp. 707-712.

26. Olorunfemi, J., 1982. "Applications of Aerial Photography to Population Estimation in Nigeria," Geo Journal, 6.3, pp. 225-230.

27. Olorunfemi, J., 1984. "Land Use and Population: A Linking Model, "Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 50, No. 8, pp. 1145-1158.

28. Porter, P., 1956. Population Distribution and Land Use in Liberia, Ph.D. Thesis, London, School of Economics and Political Science, London.

29. Schulze, R., 1969. "A Comparison Between Official Population Data and an Aerial Photograph Population Survey in the Tugela Location, "South African Geographical Journal, V. 51, pp. 123-132.

30. Shair, I., "A Small City Population Estimate from Air Photographs: A Case Study of Seguin, Texas,"
Accepted for Publication in the Journal of the College of Arts, King Saud University, V. 15, 1988.

31. Smith, S. and Lewis, B., 1980. "Some New Techniques for Applying the Housing Unit Method of Local Population Estimation," Demography, V. 17,3, pp. 323-339.

32. Smith, S. and Lewis, B., 1983. "Some New Techniques for Applying the Housing Unit Method of Local Population Estimation: Further Evidence," Demography, V. 20, 4, pp. 407-13.

33. Thompson, D., 1975. "Current Population Estimation Using Land Use Data Derived from High Altitude Aerial Photography," Proceeding of the Association of American Geographers, 7, pp. 237-242.

34. Tobler, W., 1969. "Satellite Confirmation of Settlement Size Coefficient, "Area, V. 1,3, pp. 30-34.
35. Vining, D. and Louw, S., 1978. "A Cautionary Note on Use of Allometric Function to Estimate Urban Population, "Professional Geographer, 30, 4, pp. 365-70.
36. Watkins, J., 1984. "The Effect of Residential Structure Variation on Dwelling Unit Enumeration From Aerial Photographs. "Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, V. 50. 11, pp. 1599-1607.
37. Watkins, J. and Morrow-Jones, H., 1983. "Small City Population Estimate Using Aèrial Photography," Photogrammetric Engineering and Remote Sebsing, V.51, 2, pp. 1933-1935.
38. Welch, R., 1978. "Monitoring Urban Population and Energy Utilization Patterns from Satellite Data,"
Proceedings of the International Symposium of Remote Sensing for Observation and Inventory of Earth Resources and the Endangered Environment, V.2, pp. 875-883.
39. Wellar, B., 1969. "The Role of Space Photograpy in Urban Transportation Data Series," Proceeding, Sixth International Symposium on Remote Sensing of Environment, V.2, pp. 831-847.
40. Wolf, P., 1974. Elements of Photogrammetry (With air Photo Interprelation and Remote Sensing), New York: McGraw-Hill Book Company.

سلسلة اعداد النشرة لعامي ١٩٨٦ و ١٩٨٧

٨٥ـ النقل بالسكك الحديدية في الوطن العربي	د سعيد احمد عبده
٨٦ـ مشكلة الاسكان في دولة الكويت	د. عبدالله الكندري
٨٧ـ مكة المكرمة دراسة في تطوير النمو الحضري	د. محمود السرياني
٨٨ـ الميزانية المائية لحوض وادي فاطمة	د. محمد سعيد البارودي
٨٩ـ فصلية الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وآسيا العربية	د. نعمان شحادة
٩٠ـ أثر المكان الأمثل	د. سميح أحمد عودة
٩١ـ العلاقة بين درجة خشونة القاع ومقدرة النهر على النحت والوصول الى مرحلة التوازن	د. محمود دياب راضي
٩٢ ـ أنظمة تسمية الشوارع والميادين وترقيم المساكن	د. غازي مكي
٩٣ـ التقاليد والتحديث والجغرافيا	عبدالرحمن سعود البليهد
٩٤ـ الاسواق المركزيه في مدينة الرياض ودراسة جغرافية في التوزيع السلوكي	د. شوقي بن ابراهيم مكي
٩٥ـ المواد الاولية الزراعية في الاقطار النامية بين الاحتكار ومنافسة البدائل الصناعية	الاستاذ الدكتورعلي علي البنا
٩٦ـ مفهوم جغرافية السكان في الصين واليابان	د. أمل العذبي الصباح
٩٧ـ سكان دولة الامارات	د. عبدالحميد غنيم
٩٨ـ حول مشكلة الحت وانجراف التربة في جبال سورية الساحلية (محافظة طرطوس)	د. محمد اسماعيل الشيخ
٩٩ـ تطور الوظيفة الصناعية في المدينة السعودية	د. محمد أحمد الرويثي
١٠٠ـ موارد المياه في شبه جزيرة سيناء	د. السيد السيد الحسيني
١٠١ـ موقع الامارات العربية المتحدة	د. محمود توفيق محمود
١٠٢ـ المدينة العربية والاسلامية	أ.د. أحمد علي اسماعيل
١٠٣ ـ السكان في البحرين	د. عبدالله حمد سبت
١٠٤ـ أسطورة هيبالوس والملاحة في المحيط الهندي	حسن صالح شهاب

سلسلة اصدارات وحدة البحث والترجمة

١ـ تقلبات المناخ العالمي	عرض وتعليق: أ.د. محمد صفي الدين أبو العز
٢ـ محافظة الجهراء	أ.د. زين الدين غنيمي
٣ـ تعدادات السكان في الكويت	د. أمل العذبي الصباح
٤ـ أقاليم الجزيرة العربية بين الكتابات العربية القديمة والدراسات المعاصرة	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٥ـ أشكال سطح الأرض المتأثرة بالرياح في شبه الجزيرة العربية	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٦ـ حول تجربة العمل الميداني لطلاب الجغرافيا بجامعة الكويت	أ.د. صلاح الدين بحيري
٧ـ الاستشعار من بعد وتطبيقاته الجغرافية في مجال الاستخدام الأرضي	أ.د. علي البنا
٨ـ البدو والثروة والتغير: دراسة في التنمية الريفية للامارات العربية المتحدة وسلطنة عمان	ترجمة: د. عبدالاله أبو عياش
٩ـ الدليل البحري عند العرب	حسن صالح شهاب
١٠ـ بعض مظاهر الجغرافيا التعليمية لمقاطعة مكة المكرمة	د. ناصر عبدالله الصالح
١١ـ طرق الملاحة التقليدية في الخليج العربي	حسن صالح شهاب
١٢ـ نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت دراسة جيوجورفولوجيه	د. عبد الحميد احمد كيلو د. محمد اسماعيل الشيخ

سلسلة منشورات وحدة البحث والترجمة

١ـ بيئة الصحاري الدافئة	ترجمة: أ.د. علي البنا
٢ـ الجغرافيا العربية	تعريب وتحقيق: د. عبدالله يوسف الغنيم د. طه محمد جاد
٣ـ مدن مصر وقراها عند ياقوت الحموي	د. عبدالعال الشامي
٤ـ العالم الثالث: مشكلات وقضايا	ترجمة: أ.د. حسن طه نجم
٥ـ التنمية الزراعية في الكويت	أ.د. محمد رشيد الفيل
٦ـ القات في اليمن: دراسة جغرافية	د. عباس فاضل السعدي
٧ـ هيدرولوجية الأقاليم الجافة وشبه الجافة	تعريب: د. سعيد أبو سعدة
٨ـ منتخبات من المصطلحات العربية لأشكال سطح الأرض	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٩ـ البلدان اليمانية عند ياقوت الحموي	تحقيق القاضي اسماعيل بن علي الأكوع
١٠ـ المدن الجديدة بين النظرية والتطبيق	د. أحمد حسن ابراهيم
١١ـ الأبعاد الصحية للتحضر	ترجمة: أ.د. محمد عبدالرحمن الشرنوبي
١٢ـ التطبيقات الجغرافية للاستشعار من بعد: دليل مراجع	د. صبحي المطوع حسن صالح شهاب
١٣ـ قواعد علم البحر	
١٤ـ الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض ـ الدمام	مشاعل بنت محمد بن سعود آل سعود
١٥ـ التخطيط الحضري لمدينة الأحمدي وإقليمها الصناعي.	د. وليد المنيس د. عبدالله الكندري
١٦ ـ كيف ننقذ العالم	ترجمة: أ د. علي علي البنا، أ.د. زين الدين عبدالمقصود

رسائل جغرافية

نشرة دورية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

الجمعية الجغرافية الكويتية

جمعية علمية تهدف إلى النهوض بالدراسات والبحوث الجغرافية وتوثيق الروابط بين المشتغلين في المجالات الجغرافية في داخل الكويت وخارجها